Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de la capitale nationale | Avis scientifique 2017/025

ÉVALUATION NATIONALE DES RISQUES ASSOCIÉS À LA NAVIGATION DE PLAISANCE COMME VECTEUR DE PROPAGATION DES ESPÈCES AQUATIQUES ENVAHISSANTES

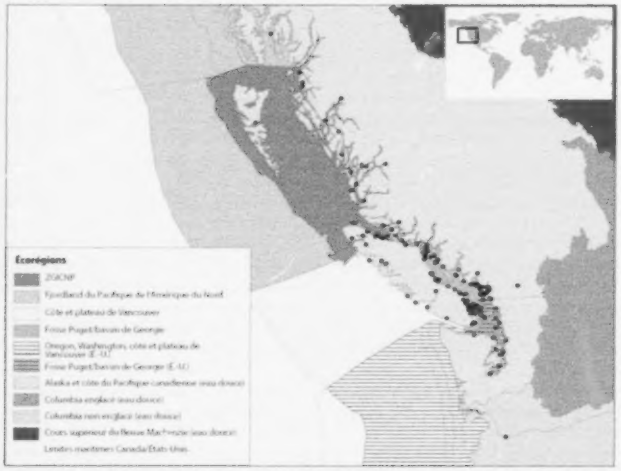

Figure 1. Écorégions du Pacifique, selon la classification des écorégions marines du monde (EMDM) [Spalding et al. 2007], avec les sous-divisions de l'écorégion de la zone de gestion intégrée de la côte nord du Pacifique (ZGICNP, initiative ZGICNP) de la classification des écorégions d'eau douce du monde (EEDM, Abell et al. 2008) et les marinas visitées et d'attache de la région du Pacifique mentionnées dans les questionnaires à l'intention des plaisanciers (points noirs).

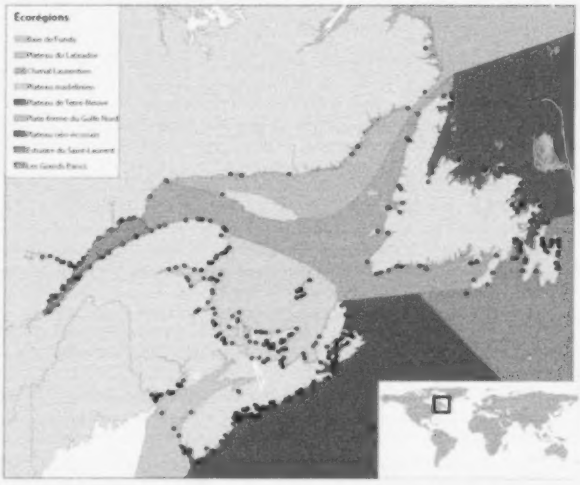

Figure 2. Écorégions de l'Atlantique, selon la classification biogéographique de l'Agence Parcs Canada (Harper et al. 1993), et les marinas visitées et d'attache dans la région de l'Atlantique mentionnées dans les questionnaires à l'intention des plaisanciers (points noirs).

Figure 3. Distribution des 1 717 points d'accès de plaisance dans le bassin des Grands Lacs. 487 points d'accès de plaisance se trouvent dans les eaux canadiennes et 1 230 dans les eaux américaines.

Contexte :

Les espèces aquatiques envahissantes (EAE) représentent une menace de taille pour les écosystèmes des eaux douces, estuariennes et marines du Canada et la navigation de plaisance est un vecteur important de leur introduction et de leur propagation. En réponse à une demande d'avis scientifique du Comité national sur les espèces aquatiques envahissantes, une évaluation nationale des risques a été effectuée pour déterminer les risques que pose la navigation de plaisance au Canada en matière d'introduction et de propagation des EAE. Cette évaluation des risques contribue également à l'ensemble des connaissances sur les vecteurs et les voies d'entrée des EAE au Canada.

Le présent avis scientifique résume les résultats de la réunion tenue du 8 au 11 décembre 2015 sur l'Évaluation nationale des risques associés à la navigation de plaisance comme vecteur de propagation des espèces aquatiques envahissantes. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

Canada

SOMMAIRE

- Le présent avis scientifique vise à fournir des conseils sur la navigation de plaisance comme vecteur de propagation des espèces aquatiques non indigènes (ENI) au Canada. Cet avis aborde séparément trois aspects de ce vecteur (eaux marines, eaux douces — bassin des Grands Lacs, et déplacements par voie terrestre des bateaux de plaisance) et, pour la première fois, évalue les risques d'introduction et de propagation secondaire d'ENI à l'échelle nationale associés à la navigation de plaisance.
- Il est possible que la navigation de plaisance soit responsable de l'introduction primaire et de la propagation secondaire d'ENI connues et à fort impact au Canada.
- Les portions de cette évaluation des risques consacrées aux eaux douces et aux eaux marines montrent l'ampleur des activités de navigation de plaisance dans leurs environnements respectifs. Dans l'environnement marin, on dénombre environ 4,02 millions de sorties par année sur les côtes Est et Ouest. Dans l'environnement d'eau douce, on estime à environ 11,88 millions le nombre de sorties de bateaux de plaisance par année dans le bassin des Grands Lacs (BGL), dont 3,8 millions proviennent de points d'accès de plaisance canadiens. Une estimation prudente de l'ampleur des sorties de bateaux de plaisance hors du BGL est de 24,7 millions par année. C'est ainsi qu'il peut se produire des événements rares pour un bateau donné, mais avec des conséquences graves.
- Une très grande connectivité existe entre toutes les écorégions marines ainsi qu'entre les eaux du BGL. Les bateaux de plaisance infestés par des espèces non indigènes provenant de marinas hautement connectées sont très susceptibles de transporter ces ENI dans d'autres marinas.
- Il y a toutefois des obstacles naturels et anthropiques dans les environnements d'eau douce (p. ex., bassins versants) et marine (c.-à-d. les écorégions), mais les bateaux de plaisance les franchissent dans les deux environnements et facilitent le mouvement des ENI tant à l'intérieur de ces frontières dans les deux systèmes qu'entre elles. Par exemple, lorsqu'une espèce envahissante est introduite dans le BGL, la modélisation révèle que la navigation de plaisance peut faire augmenter le taux de propagation des espèces vers de nouveaux endroits par rapport au taux de dispersion naturelle.
- Dans les environnements marins et dulcicoles, les sorties qui traversent des barrières physiques ou écologiques, quelle que soit la distance parcourue, présentent un plus grand risque que les sorties qui n'en traversent aucune. Dans les deux types d'environnements, la propagation sur de longues distances des ENI par des bateaux de plaisance est possible. Dans les deux environnements, les sorties courtes sont plus fréquentes que les sorties longues.
- Les bateaux qui présentent les risques les plus élevés appartiennent à un sous-groupe des bateaux récréatifs dans les environnements marins et d'eau douce. Parmi les facteurs cernés qui influent sur l'état d'infestation d'un bateau, on note l'entretien du bateau, son historique de voyage et le type de bateau. Ce sont les bateaux des régions où la charge d'ENI est élevée qui voyagent beaucoup et qui sont mal entretenus ou qui passent de longues périodes dans l'eau, qui présentent le plus grand risque. Les cotes de risque final relatif d'envahissement d'une écorégion étaient plus élevées pour la région du Pacifique que pour celle de l'Atlantique. Ces différences régionales sont imputables en grande partie à la saisonnalité des activités de navigation (temps dans l'eau, maintenance, activité) et au nombre de bateaux.

- Une prochaine étape importante consistera à comparer le vecteur que sont les bateaux de plaisance aux autres vecteurs d'introduction et de propagation.

INTRODUCTION

Les espèces aquatiques envahissantes (EAE) représentent une menace considérable pour les eaux douces, estuariennes et marines canadiennes. La navigation de plaisance est un vecteur important de leur introduction et de leur propagation, mais on sait peu de chose sur l'ampleur de ce vecteur et son risque écologique au Canada. En réponse à une demande d'avis scientifique du Comité national sur les espèces aquatiques envahissantes, un comité fédéral-provincial-territorial relevant des ministres du Conseil canadien des ministres des pêches et de l'aquaculture, Pêches et Océans Canada a mené une évaluation nationale des risques pour déterminer les risques que pose la navigation de plaisance comme vecteur des EAE dans les systèmes marins et dulcicoles au Canada.

Contrairement à d'autres vecteurs d'une importance historique pour l'introduction et la propagation des EAE, comme l'aquaculture et la marine marchande, il n'existe pas de stratégie nationale de gestion visant à limiter l'introduction et la propagation des EAE par la navigation de plaisance. Malgré l'absence de réglementation nationale visant ce vecteur, les différentes administrations peuvent utiliser les résultats et les conseils présentés ici pour éclairer de futures recherches ciblées, l'emplacement des activités de surveillance des plaisanciers, d'éventuels changements aux politiques ou à la réglementation et la gestion générale de ce vecteur.

Cette évaluation des risques est de portée nationale; cependant, les évaluations des systèmes marins et dulcicoles ont été effectuées à l'aide de différentes approches et cet avis scientifique est par conséquent divisé en trois parties. La portion marine de cette évaluation des risques (partie I) utilise des renseignements recueillis sur les côtes Ouest et Est du Canada (figures 1 et 2 respectivement). Les portions sur l'eau douce utilisent des renseignements recueillis dans le bassin des Grands Lacs (partie II, figure 3) ainsi que des données tirées d'une analyse documentaire approfondie de la littérature sur la propagation terrestre des EAE dans les écosystèmes d'eau douce dans le reste du Canada par les bateaux de plaisance (partie III).

ÉVALUATION DES RISQUES

Partie I — Système marin

La portion marine de cette évaluation des risques caractérise les patrons de déplacement des bateaux de plaisance dans les eaux marines canadiennes, à l'intérieur de 12 écorégions et entre elles, dont trois sur la côte du Pacifique (figure 1) et neuf sur la côte de l'Atlantique (figure 2). On a estimé les risques relatifs que présente la navigation de plaisance dans chaque écorégion en matière d'introduction primaire et de propagation secondaire des ENI de biosalissures (c.-à-d. les organismes aquatiques qui s'accumulent sur les surfaces humides). On a utilisé une combinaison de données générées à partir de questionnaires à l'intention des plaisanciers et des gestionnaires de marinas, d'examens visuels des bateaux pour détecter la présence d'ENI, de modèles statistiques, de programmes de surveillance existants, d'échantillonnage dirigé, d'opinions d'experts et de littérature scientifique. Les données sur les ENI présentes dans les marinas, les probabilités d'infestation des bateaux, la circulation des bateaux de plaisance et les conditions environnementales dans les marinas d'attache et d'accueil ont été compilées séparément pour chaque bateau de plaisance de passage.

Le risque relatif final d'envahissement d'une écorégion a été estimé pour chaque écorégion en combinant les renseignements sur les niveaux de fond régionaux d'ENI, la probabilité qu'un bateau de plaisance donné soit infesté (selon les caractéristiques du plaisancier et du bateau), la probabilité qu'un bateau arrive dans une écorégion donnée (selon les données de circulation des bateaux de passage), la probabilité qu'une ENI (biosalissures) survive et s'établisse (selon les similitudes de climat et de salinité entre la marina d'attache et la marina d'accueil) et en extrapolant en fonction des estimations de la circulation annuelle générale des bateaux de plaisance de passage dans chaque écorégion visitée (figure 4). Un facteur d'incertitude a été assigné à chaque variable de l'évaluation des risques, par écorégion, en fonction de la qualité et du type de renseignement utilisé pour chaque variable. Le facteur d'incertitude le plus élevé assigné à l'une ou l'autre des étapes de l'évaluation a été retenu comme l'incertitude associée au risque relatif final d'envahissement d'une écorégion.

Les cotes de risque relatif final d'envahissement par écorégion ont également été prédites pour un horizon de dix ans. Le plus grand nombre de bateaux pendant cette plus longue période permet de mieux estimer le nombre de bateaux et de sorties de plaisance rares avec les cotes de risque les plus élevées dans chaque écorégion.

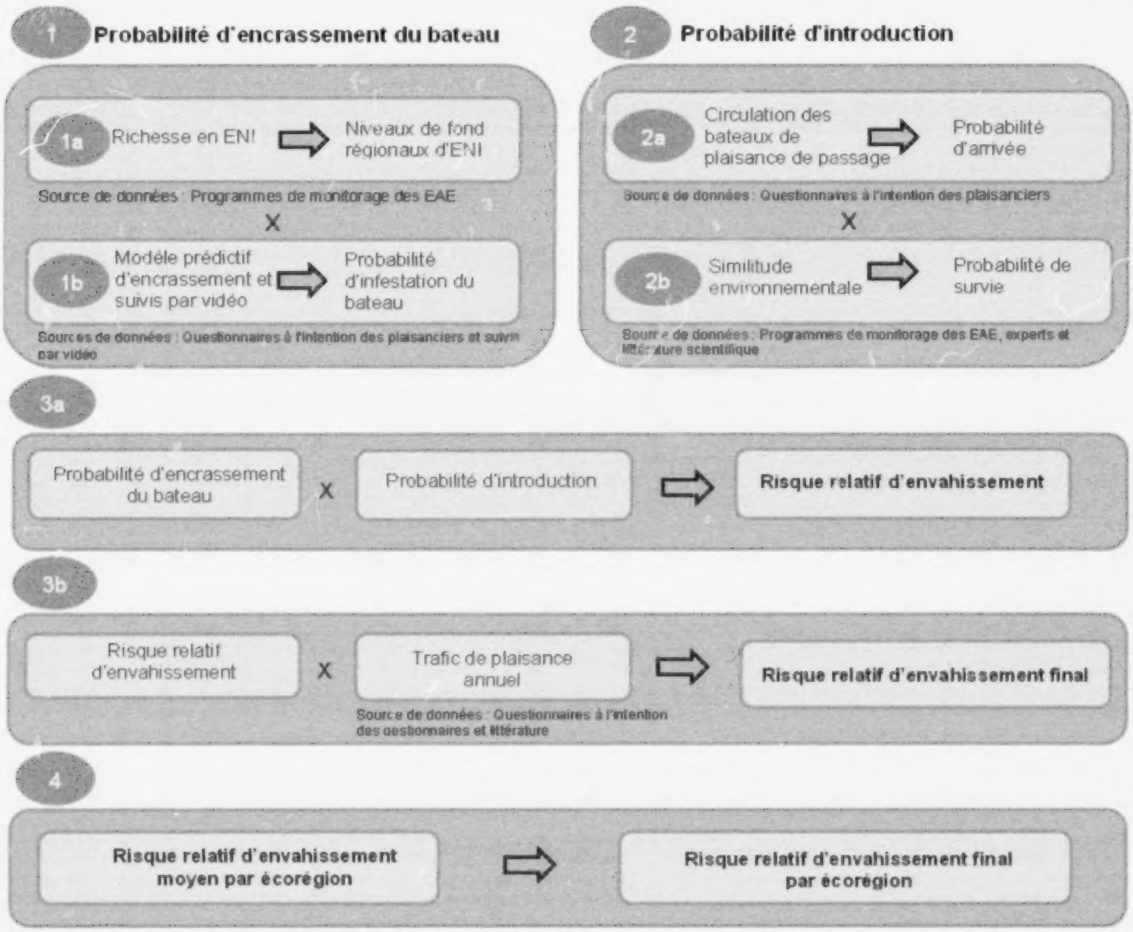

Figure 4. Organigramme illustrant les étapes de la portion marine de l'évaluation des risques de la navigation de plaisance. Tiré de Simard et al. 2017.

Hypothèses et sources d'incertitude

La portion marine de l'évaluation des risques portait principalement sur les ENI (biosalissures) sessiles (p. ex., les tuniciers); elle ne tenait pas compte des taxons mobiles comme le crabe ou la crevette. On présume que les biosalissures sessiles sont les types d'ENI les plus susceptibles d'être transportés par les bateaux de plaisance et que les taxons plus mobiles ne trouveraient pas nécessairement sur un bateau de plaisance le refuge requis pour un transport efficace, comparativement aux refuges de plus grande taille (ballast ou caissons de prise d'eau) retrouvés plus souvent sur les gros bateaux.

On présume également que les biosalissures sur chaque bateau de passage étaient associées aux ENI présentes dans l'écorégion d'origine et non à toutes les écorégions visitées avant l'arrivée dans une marina d'une écorégion canadienne. Cela pourrait avoir influencé les résultats de l'évaluation des risques, en particulier pour les bateaux qui ont passé plusieurs jours à l'extérieur de leur marina ou de leur écorégion d'attache avant d'arriver dans un lieu donné. On présume qu'il y a eu une augmentation linéaire du nombre d'ENI sur la coque des

bateaux, mais il est également possible que la présence de certaines ENI facilite l'attachement d'autres espèces.

Les modèles utilisés pour prédire la probabilité qu'un bateau de passage soit infesté étaient relativement inefficaces pour prédire si l'infestation des bateaux sur les deux côtes, mais plus particulièrement dans la région de l'Atlantique où le modèle prévoyait considérablement moins de bateaux infestés que le nombre réel observé. Cet écart pourrait avoir été causé en partie par l'absence dans le modèle de certaines variables susceptibles d'avoir influencé l'état d'infestation du bateau, comme le degré de salissures sur les bateaux, ce qui pourrait avoir influencé les résultats finaux et entraîné une sous-estimation du risque global. Une meilleure compréhension des facteurs qui permettent de prédire le niveau de salissure sur les bateaux sur la côte Atlantique permettrait d'améliorer la certitude.

Conclusions

Dans l'environnement marin, on dénombre environ 4,02 millions de sorties de bateau de plaisance par année sur les côtes Est et Ouest. L'introduction primaire et la propagation secondaire des ENI peuvent être causées par la navigation de plaisance dans toutes les écorégions marines du Canada, mais seulement une faible proportion des bateaux présentent un risque moyen, élevé ou très élevé (tableau 1). Presque toutes les écorégions marines présentent un risque faible, mais peuvent néanmoins recevoir des bateaux de passage dont le risque absolu est élevé. Il existe une forte connectivité entre les marinas à l'intérieur de chaque écorégion maritime ainsi qu'entre les écorégions. Lorsque des ENI sont présentes dans l'environnement, les bateaux provenant de ces marinas hautement connectées sont très susceptibles de transporter des ENI dans d'autres marinas. Certaines écorégions de l'Atlantique ont des marinas qui sont également bien connectées à des marinas internationales, mais c'est moins souvent le cas des marinas du Pacifique, selon le sous-échantillon sondé. La plus faible connectivité (« faible » en ce qui concerne la proportion de bateaux, mais « élevée » en ce qui concerne le nombre de bateaux) avec les marinas américaines est à la base du risque du 'point de départ' (*stepping stone*) de l'introduction au Canada. La circulation des bateaux de plaisance dans les eaux canadiennes du Pacifique était un ordre de grandeur plus importante que sur la côte de l'Atlantique et était plus élevée dans les écorégions du sud que dans celles du nord.

Tableau 1. Pourcentage (%) de bateaux de passage ayant rempli le questionnaire sur les plaisanciers qui ont été classés dans chacune des catégories de risque dans chaque écorégion, avant le jumelage avec les données sur le trafic annuel (voir l'étape 3a de la figure 4). Tiré de Simard et al. 2017. Les catégories de risque correspondent aux plages de pourcentage suivantes : très faible = 0 à 5 %, faible = 5-40 %, moyen = 40-60 %, élevé= 60-95 %, très élevé = 95-100 % (modifié à partir de Mandrak et al. 2012). D.I. = Données insuffisantes.

Écorégion visitée	Nombre de bateaux en transit	Très faible (%)	Faible (%)	Moyen (%)	Élevé (%)	Très élevé (%)
Baie de Fundy	37	94,6	5,4	0	0	0
Plateau continental du Labrador	3	D.I.	D.I.	D.I.	D.I.	D.I.
Chenal Laurentien	90	96,7	3,33	0	0	0
Plateau madelinien	374	94,7	5,3	0	0	0
Plateau de Terre-Neuve	20	95	5	0	0	0
Plate-forme du Golfe Nord	18	100	0	0	0	0
Plateau néo-écossais	305	79,7	20,3	0	0	0
Estuaire du Saint-Laurent	168	98,2	1,8	0	0	0
Les Grands Bancs	21	100	0	0	0	0
Côte de Vancouver et plateau	35	71,4	28,6	0	0	0
ZGICNP	155	69,1	29,7	0,6	0,6	0
Fosse Puget/bassin de Georgie	385	34,3	62,9	1,8	0,8	0,2

Les cotes de risque final d'envahissement d'une écorégion étaient plus élevées dans la région du Pacifique que dans la région de l'Atlantique et étaient très élevées pour l'écorégion de la fosse Puget/bassin de Georgie (tableau 2). Ces différences régionales sont imputables en grande partie à la saisonnalité des activités de navigation (temps dans l'eau, entretien, activité du bateau) et au nombre considérable de bateaux dans la région du Pacifique, puisque la côte Ouest est fréquentée à l'année par les plaisanciers tandis que la saison de navigation sur la côte Est est généralement plus restreinte. Cette circulation à l'année sur la côte du Pacifique signifie que les bateaux de plaisance passent plus de temps dans l'eau que les bateaux de plaisance de la côte de l'Atlantique. Les modèles statistiques montrent que l'incidence des longs voyages et l'âge de la peinture antisalissure de la coque sont des facteurs importants pour déterminer si un bateau risque ou non d'être infesté dans les écorégions du Pacifique, tandis que le nombre de jours passés dans l'eau est un prédicteur clé de l'infestation dans les écorégions de l'Atlantique.

Tableau 2. Risque relatif final moyen d'envahissement et niveau d'incertitude pour chaque écorégion et pourcentage (%) de bateaux de passage dans chaque catégorie de risques après avoir pris en compte le trafic annuel des bateaux (voir les étapes 3b et 4 de la figure 4). Adapté de Simard et al. 2017. Les catégories de risque correspondent aux plages de pourcentage suivantes : très faible = 0-5 %, faible = 5-40 %, moyen = 40-60 %, élevé= 60-95 %, très élevé = 95-100 % (modifié à partir de Mandrak et al. 2012). D.I. = Données insuffisantes.

Écorégion visitée	Nombre de bateaux de passage	Risque très faible (%)	Risque faible (%)	Risque moyen (%)	Risque élevé (%)	Risque très élevé (%)	Risque relatif final moyen d'envahissement	Niveau d'incertitude
Baie de Fundy	37	100	0	0	0	0	Très faible	Moyen
Plateau continental du Labrador	3	D.I.	D.I.	D.I.	D.I.	D.I.	D.I.	Très élevé
Chenal Laurentien	90	100	0	0	0	0	Très faible	Moyen
Plateau madelinien	374	100	0	0	0	0	Très faible	Moyen
Plateau de Terre-Neuve	20	100	0	0	0	0	Très faible	Moyen
Plate-forme du Golfe Nord	18	100	0	0	0	0	Très faible	Moyen
Plateau néo-écossais	305	100	0	0	0	0	Très faible	Moyen
Estuaire du Saint-Laurent	168	100	0	0	0	0	Très faible	Moyen
Les Grands Bancs	21	100	0	0	0	0	Très faible	Moyen
Côte de Vancouver et plateau	35	100	0	0	0	0	Très faible	Moyen
ZGICNP	155	94,2	5,8	0	0	0	Très faible	Moyen
Fosse Puget/bassin de Georgie	385	34,3	62,9	1,8	0,8	0,3	Très élevé	Moyen

La région du Pacifique a la plus grande richesse en ENI, générale et maximale, dans les marinas, tandis que certaines écorégions de l'Atlantique ont les plus grandes richesses moyennes en ENI. On note également une tendance à une plus grande richesse en ENI dans le sud par rapport au nord; cette richesse est concentrée autour des ports ou des marinas à volume élevé. Les cotes de risque relatif d'envahissement prévues sur une période de 10 ans suggèrent qu'on pourrait trouver des bateaux de passage avec la cote de risque très élevé dans les écorégions des côtes du Pacifique et de l'Atlantique et, même si cela est rare, que de tels bateaux représentent un risque absolu considérable si l'on considère le total des arrivées sur

une période de 10 ans (tableau 3). Compte tenu des changements mondiaux, ces tendances ont des répercussions sur les 'points de départ' (*stepping stone*) de l'envahissement.

Tableau 3. Pourcentages prévus de bateaux de passage dans chaque catégorie de risque par écorégion selon les données dérivées de la méthode 'bootstrap' pour une période de 10 ans. Adapté de Simard et al. 2017. Les catégories de risque correspondent aux plages de pourcentage suivantes : très faible = 0-5 %, faible = 5-40 %, moyen = 40-60 %, élevé= 60-95 %, très élevé = 95-100 % (modifié à partir de Mandrak et al. 2012). D.I. = Données insuffisantes.

Écorégion visitée	Nombre de bateaux de passage	Risque très faible (%)	Risque faible (%)	Risque moyen (%)	Risque élevé (%)	Risque très élevé (%)
Baie de Fundy	35 111	100	0	0	0	0
Plateau continental du Labrador	D.I.	D.I.	D.I.	D.I.	D.I.	D.I.
Chenal Laurentien	27 130	98,80	1,09	0,0405	0,0332	0,0332
Plateau madelinien	145 520	99,62	0,3793	0	0	0
Plateau de Terre-Neuve	15 770	99,94	0,0571	0	0	0
Plate-forme du Golfe Nord	9 620	100	0	0	0	0
Plateau néo-écossais	296 690	98,11	1,89	0	0	0
Estuaire du Saint-Laurent	69 010	99,74	0,2536	0,00145	0	0
Les Grands Bancs	7 540	100	0	0	0	0
Côte de Vancouver et plateau	350 100	93,02	6,93	0,0377	0,0143	0,00371
ZGICNP	990 850	89,11	10,67	0,1268	0,0589	0,0305
Fosse Puget/bassin de Georgie	3 718 843	70,53	29,43	0,0328	0,00204	0,0000538

Autres considérations

Les cotes de risque final d'envahissement obtenues pour chaque écorégion marine sont relatives aux cotes de risques des autres écorégions; une cote de risque faible ne représente donc pas un risque absolu faible. Seules certaines espèces non indigènes ont été observées dans le cadre de cette étude par des programmes d'échantillonnage normalisés dans toutes les écorégions. Par conséquent, les résultats obtenus pour la richesse en ENI sous-estiment probablement le nombre réel d'ENI présentes dans chaque écorégion marine.

Les bateaux de plaisance remorqués et leurs mouvements sur terre ne sont pas explicitement inclus dans la portion marine de l'évaluation des risques. De tels bateaux pourraient présenter un autre type de risque; par exemple, les enchevêtrements peuvent être plus susceptibles de se produire sur de l'équipement remorqué ou un envahissement pourrait être possible dans différents espaces des remorques (voir également la partie III). Les bateaux achetés dans une écorégion et transportés dans une autre écorégion n'ont pas été inclus. Les données n'étaient pas suffisantes pour déterminer le risque relatif imputable à la navigation de plaisance dans l'écorégion du plateau du Labrador et la région de l'Arctique n'a pas été étudiée.

La propagation des ENI par les bateaux de plaisance n'a pas été comparée à la propagation par d'autres vecteurs ou aux taux de dispersion naturelle dans la portion marine de cette étude. Aucune mesure d'impact n'a été réalisée. On a toutefois trouvé des tuniciers dans la plupart des écorégions des deux côtes, des organismes qui ont un impact économique et écologique substantiel (Therriault et Herborg 2007).

Partie II — Eau douce (Grands Lacs)

La partie de cette évaluation des risques portant sur l'eau douce comporte deux volets. Le premier volet concerne les risques écologiques d'une propagation secondaire des ENI dans le bassin des Grands Lacs (BGL) en raison des mouvements des bateaux sur l'eau (présenté ici dans la partie II), tandis que le deuxième volet traite de la propagation secondaire des ENI par voie terrestre, entre les écosystèmes d'eau douce du Canada (présenté ici dans la partie III).

Dans la première section, une approche fondée sur des modèles a été utilisée pour estimer les risques écologiques de la navigation de plaisance comme vecteur pour la propagation secondaire des ENI dans les plans d'eau inter reliés du BGL (figure 5). Un noyau statistique sur la dispersion par le mouvement des bateaux a été élaboré à partir des réponses aux questionnaires destinés aux plaisanciers afin de quantifier les mouvements des bateaux de plaisance. Les espèces non indigènes infestant les bateaux de plaisance ont été classées en trois groupes en fonction de leurs caractéristiques de biosalissures : le plancton et les autres organismes avec des stades planctoniques (habituellement transportés dans des viviers et dans l'eau de cale); les organismes qui peuvent se fixer directement aux coques ou aux remorques (p. ex., les mollusques d'eau douce); les organismes avec un potentiel indirect de salissure, qui se prennent habituellement sur les remorques et les accessoires comme les lignes d'ancrage (c.-à-d. les plantes aquatiques et les invertébrés benthiques). La probabilité que ces différents groupes fonctionnels d'ENI se retrouvent sur des navires a été combinée avec le noyau statistique de dispersion dans la composante de pression de propagules du modèle (voir l'étape 1 de la figure 5). La pression de propagules a ensuite été combinée à la probabilité que les groupes fonctionnels d'ENI établissent des populations capables de se reproduire afin de déterminer le calendrier de la propagation secondaire des ENI par les bateaux dans le BGL.

Les calendriers de propagation par bateau des différents groupes fonctionnels d'ENI ont été établis jusqu'à une période maximale de 10 ans. Les taux attendus de propagation par les navires ont été comparés aux taux estimatifs de dispersion naturelle afin d'établir les risques globaux, comparativement à la dispersion naturelle. Les risques écologiques de la navigation de plaisance dans le BGL sont donc fonction des probabilités que cette navigation excède (ou accélère) les taux de dispersion naturelle des ENI, des conséquences d'une propagation plus rapide attribuable à la navigation de plaisance par rapport à la dispersion naturelle et de l'incertitude inhérente à l'évaluation en fonction d'un modèle.

Figure 5. Aperçu de l'approche fondée sur des modèles et des principales hypothèses utilisées dans la portion sur les eaux douces (bassin des Grands Lacs) de cette évaluation des risques de la navigation de plaisance. Tiré de Drake et al. 2017.

Hypothèses et sources d'incertitude

Les principales hypothèses utilisées dans cette approche fondée sur des modèles sont présentées sur la figure 5 et leur influence sur les estimations des risques écologiques a été testée par des analyses de sensibilité.

On ne connaît pas la proportion de bateaux de plaisance appartenant à des Canadiens vivant dans les provinces entourant le bassin des Grands Lacs (c.-à-d. l'Ontario et le Québec) et utilisés dans les Grands Lacs plutôt qu'exclusivement dans les petits lacs à proximité. On présume donc que la proportion est la même que dans les États américains limitrophes au BGL, proportion qui a servi à calculer le nombre total de navires utilisés dans les Grands Lacs au cours d'une année donnée.

L'utilisation d'un noyau de dispersion unique pour quantifier les mouvements des bateaux de plaisance dans le modèle mène probablement à une surestimation des distances parcourues par les navires à propulsion manuelle (p. ex., les canots), mais ces bateaux ont une pression de propagules extrêmement faible par rapport aux autres types de bateaux, si bien que l'erreur associée à l'utilisation d'un noyau unique est présumée faible.

Le modèle était extrêmement sensible aux changements des taux présumés de dispersion naturelle des différents groupes fonctionnels d'ENI. Par conséquent, l'incertitude concernant le risque écologique posé par les navires de plaisance en eau douce pourrait être atténuée par

une amélioration des connaissances sur la façon dont les différents groupes fonctionnels d'ENI se déplacent naturellement dans les grands lacs. Une meilleure compréhension des hypothèses concernant la pression de propagules permettrait également d'accroître la certitude. Par exemple, il serait utile d'avoir une analyse plus poussée de la capacité de fortes densités d'ENI à être transportées et à survivre sur de longues distances dans des niches comme les eaux de refroidissement du moteur et les viviers.

On manque également de données décrivant le comportement de salissure des espèces benthiques comme les isopodes et les crevettes d'eau douce, qui pourraient être propagées par les sédiments sur les ancres. Le taux de propagation de ce groupe d'organismes est incertain et ce groupe fonctionnel n'a pas été inclus dans cette section de l'évaluation sur les eaux douces.

Conclusions

On présume qu'il y a un total de 11,88 millions de sorties de navires de plaisance dans le BGL chaque année, dont 3,8 millions proviennent du Canada et 8,01 millions des États-Unis. Le volume considérable des activités de navigation de plaisance dans le BGL permet la propagation des ENI par les bateaux.

Lorsqu'une espèce envahissante est introduite dans le BGL, la modélisation révèle que la navigation de plaisance peut faire augmenter son taux de propagation vers de nouveaux endroits par rapport au taux de dispersion naturelle. Dans certains cas, cela crée de nouvelles voies de dispersion (p. ex., en amont), qui seraient peu probables autrement dans le BGL, et qui pourraient avoir un impact écologique important. L'échelle et le taux de dispersion naturelle des ENI propres à chaque espèce dans le BGL influent sur les conséquences potentielles de la propagation de ces espèces par la navigation de plaisance, puisque le risque de propagation secondaire est plus élevé pour les ENI ayant des taux de dispersion naturelle plus faibles du fait qu'elles peuvent être transportées par les bateaux.

C'est dans le lac Supérieur que le risque global de propagation secondaire a été estimé le plus élevé, puisque la navigation de plaisance crée fréquemment des voies de propagation vers l'amont. Les risques sont réputés moyens pour le lac Michigan, le lac Huron et le lac Érié et en général faibles pour le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent, parce que les taux de propagation par les navires sont proches des taux de dispersion naturelle. Les figures 6, 7 et 8 illustrent ces conclusions en utilisant le groupe fonctionnel d'ENI du zooplancton parthénogénétique (qui se reproduit de façon asexuée; les enfants sont les clones des parents) comme exemple. Les groupes fonctionnels d'organismes présentent généralement des modes de dispersion et des conséquences similaires. Voir les résultats détaillés d'autres groupes fonctionnels d'ENI dans Drake et al. 2017.

Lors d'une utilisation normale, les bateaux de plaisance peuvent devenir infestés d'espèces indigènes et non indigènes, dont certaines peuvent être envahissantes. Des espèces d'eau douce préoccupantes, comme le cladocère pêcheur, ont été découvertes sur des bateaux de plaisance circulant dans le BGL. Les structures des bateaux de plaisance associées aux biosalissures sont les viviers, les systèmes de refroidissement des moteurs, les cales, les lignes de mouillage et les autres accessoires de navigation. La fixation directe des mollusques aux coques peut également survenir sur les bateaux qui sont entreposés dans l'eau.

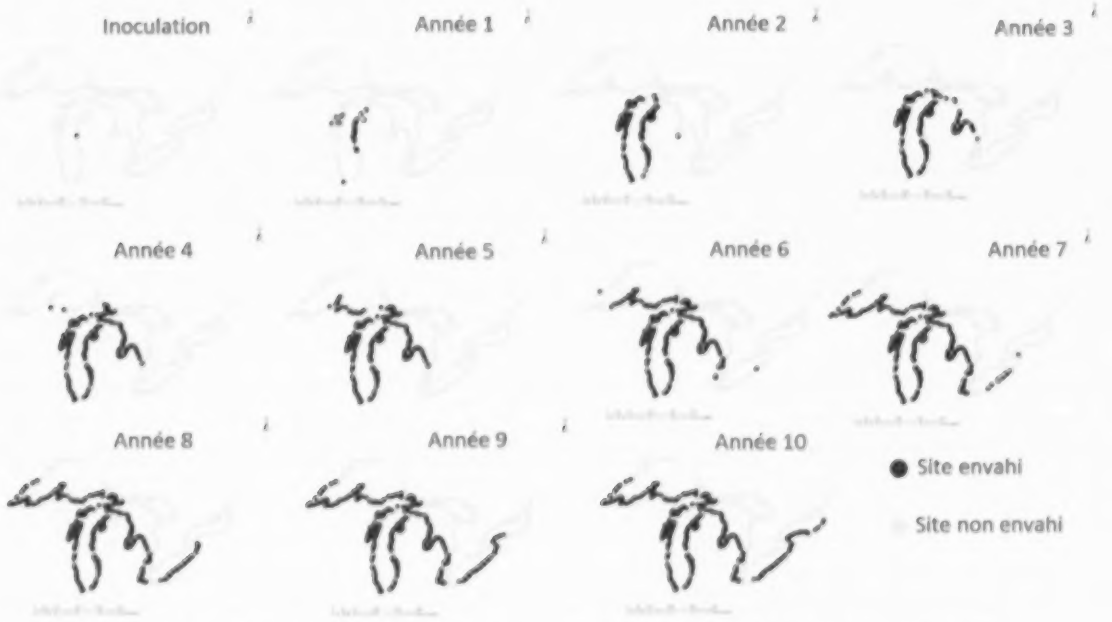

Figure 6. Exemple d'une itération de 10 ans de la propagation par les bateaux de plaisance du zooplancton parthénogénétique lorsqu'il est introduit dans un site récréatif du lac Michigan près de Manistee, au Michigan. Tiré de Drake et al. 2017.

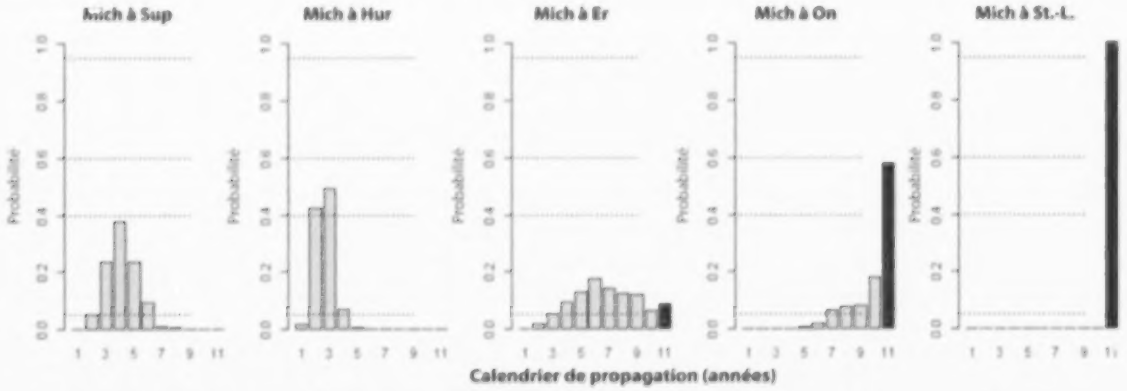

Figure 7. Exemples de calendriers (années) de propagation secondaire du groupe fonctionnel du zooplancton parthénogénétique en raison de la navigation de plaisance dans le BGL au cours de la période modèle de 10 ans. Les barres verticales grises représentent la propagation qui se produit entre des paires de lacs sur une période d'un à 10 ans. Les barres verticales noires représentent une valeur de 11 années, ce qui signifie qu'il n'y a pas eu de propagation durant la période modèle de 10 ans. La propagation de lac en lac est indiquée au haut du graphique (p. ex, on voit à gauche la propagation au lac Supérieur après une inoculation dans le lac Michigan). Les lignes horizontales pointillées représentent les limites des catégories de probabilité, ce qui correspond à la gamme suivante de probabilités : très peu probable = 0 à 0,05; faible = > 0,05 à 0,40; moyenne = > 0,40 à 0,60; élevé = >0,60 à 0,95; très probable = > 0,95 à 1,0 (à partir de Mandrak et al. 2012). Tiré de Drake et al. 2017.

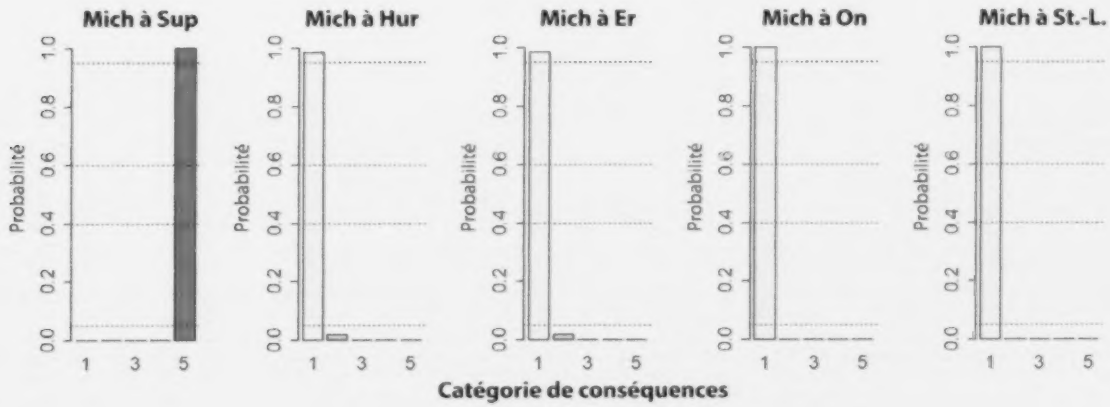

Figure 8. Exemple de risques écologiques de propagation secondaire du groupe fonctionnel du zooplancton parthénogénétique par la navigation de plaisance dans le BGL, représentés par une modification des taux de dispersion naturelle par les bateaux. Les catégories de conséquences (abscisse ou axe des x) sont les suivantes : 1) très faible = aucun changement du taux de dispersion par rapport à la dispersion naturelle ou réduction inférieure à 1 an attribuable à la navigation de plaisance (jaune); 2) faible = réduction de 1 à 2 ans attribuable à la navigation de plaisance; 3) moyenne = réduction de 3 à 4 ans attribuable à la navigation de plaisance; 4) élevée = réduction de 5 ans attribuable à la navigation de plaisance; 5) très élevée = réduction de plus de 5 ans attribuable à la navigation de plaisance ou développement d'une nouvelle voie de dispersion en amont où la dispersion naturelle serait autrement peu susceptible de se produire. La propagation de lac en lac est indiquée au haut du graphique (p. ex, on voit à gauche la propagation au lac Supérieur après une inoculation dans le lac Michigan). Les lignes horizontales pointillées représentent les limites des catégories de probabilité, ce qui correspond à la gamme suivante de probabilités : très peu probable = 0 à 0,05; faible = > 0,05 à 0,40; moyenne = > 0,40 à 0,60; élevé = >0,60 à 0,95; très probable = > 0,95 à 1,0 (à partir de Mandrak et al. 2012). La taille de l'échantillon pour chaque graphique est égale au nombre de points d'accès (et d'événements d'inoculation) dans chaque lac d'origine. Tiré de Drake et al. 2017.

Autres considérations

On a utilisé la différence entre le temps qu'il faut pour que les espèces non indigènes se propagent à l'aide du vecteur de la navigation de plaisance par rapport au temps nécessaire à leur propagation dans des conditions naturelles, comme mesure de l'impact écologique de la navigation de plaisance. La propagation causée par la navigation de plaisance n'a pas été comparée à la propagation par d'autres vecteurs dans le BGL, même si les calendriers de propagation des ENI modélisés pourraient être comparés à des calendriers de propagation similaires développés pour d'autres vecteurs, comme les eaux de ballast des navires commerciaux naviguant dans les Grands Lacs laurentiens, c.-à-d. les laquiers (p. ex., Drake *et al.* 2015).

Bien que cette partie de l'évaluation des risques porte explicitement sur les déplacements des ENI dans l'eau dus à la navigation de plaisance dans le BGL, les résultats pourraient être plus largement applicables aux autres grands écosystèmes lacustres canadiens, comme le lac Winnipeg et le lac Winnipegosis, le Grand lac de l'Ours, le Grand lac des Esclaves, le lac Athabasca et d'autres lacs similaires au BGL sur le plan spatial et sur le plan écologique. Comme pour les résultats mesurés pour le BGL, les risques écologiques de propagation secondaire dans les écosystèmes d'autres grands lacs du Canada sont conditionnels à

l'introduction initiale des espèces non indigènes dans ces voies navigables par différentes voies d'introduction primaires et secondaires.

Partie III — Eau douce (déplacements terrestres)

Dans le deuxième volet de l'évaluation des risques associés à l'eau douce, une analyse documentaire a été effectuée pour résumer les recherches faites jusqu'à maintenant sur la transmission terrestre des ENI entre les écosystèmes d'eau douce par la navigation de plaisance au Canada. Cette section porte plus précisément sur le transport terrestre sur remorque des bateaux de plaisance à destination et en provenance de petits plans d'eau intérieurs à l'extérieur du BGL. Voir la liste des publications examinées et leurs principales conclusions à l'annexe 1 dans Drake 2017.

On a obtenu, dans la littérature examinée, les estimations des taux de biosalissures, le potentiel de survie des ENI durant le transport terrestre et la pression de propagules pour différents groupes fonctionnels d'ENI. Comme dans la partie II, les ENI infestant les bateaux de plaisance ont été classifiées en trois groupes principaux selon leurs caractéristiques fonctionnelles de salissure, y compris le plancton, les mollusques et les macrophytes aquatiques (plantes). À l'aide des données de l'Ontario, on a fait une première estimation du nombre de plaisanciers et on a extrapolé le nombre de voyages de plaisance dans les eaux intérieures continentales pour tout le Canada. Ces estimations ont ensuite été utilisées pour simuler les probabilités d'introduction d'ENI par voyage et pour caractériser la probabilité globale d'introduction d'ENI associée à ce vecteur.

Hypothèses et sources d'incertitude

En extrapolant les données sur les propriétaires des navires et la fréquence des voyages tirées du sondage ontarien des plaisanciers pour le reste du Canada, on a présumé que les données de l'Ontario représentaient une moyenne nationale. Cette hypothèse était nécessaire, puisqu'il y avait des lacunes dans les données des provinces et des territoires en ce qui concerne le nombre de plaisanciers résidents actifs. Par conséquent, la proportion de la population résidente de l'Ontario qui possède au moins un bateau de plaisance (4,2 %) a été appliquée à l'ensemble de la population du Canada. Cette extrapolation pourrait avoir donné lieu à une surestimation des sorties en eau douce à l'échelle nationale, puisqu'il y a probablement moins de navigation en eau douce que de navigation en mer dans les provinces côtières. De même, on pourrait avoir sous-estimé le nombre de sorties dans les eaux douces du Canada si les provinces plus rurales ont des taux de propriété de navires réels plus élevés que la population principalement urbaine de l'Ontario. Des recherches plus poussées permettant d'obtenir des données complètes sur le nombre de plaisanciers actifs dans chaque province et territoire pourraient permettre de mieux estimer l'activité de plaisance dans les écosystèmes d'eau douce à l'échelle du pays.

Il existe de l'incertitude entourant la fréquence des déplacements des bateaux sur remorque entre le Canada et les États-Unis et entre les provinces et les territoires. De nombreux bateaux sont transportés par voie terrestre depuis les eaux infestées des États-Unis vers les lacs canadiens chaque année, mais ce facteur n'a pas été pris en compte dans l'évaluation des risques. Même s'il s'agit d'une priorité de gestion pour de nombreuses provinces, il y a aussi un manque d'information détaillée sur les profils de propagation par bateau de plaisance sur de longues distances entre les provinces et les territoires.

Conclusions

Il existe de nombreuses études sur le déplacement par voie terrestre des espèces non indigènes par les navires de plaisance utilisés en eau douce. Quatre thèmes sont ressortis :

1. la contamination des bateaux par des espèces aquatiques,
2. la prédiction des écosystèmes qui présentent le plus grand risque d'invasion,
3. la survie des espèces pendant le transport terrestre (y compris l'efficacité des techniques de décontamination physique pour retirer les espèces ou réduire leur survie);
4. le lien entre les comportements des plaisanciers, les campagnes d'éducation et la gestion de la propagation.

Un grand nombre de voyages nautiques comprennent le déplacement terrestre, sur remorque, des navires de plaisance sur terre entre des écosystèmes dulcicoles au Canada chaque année (estimés à au moins 24,7 millions/année). En raison de ce grand nombre de voyages, même de faibles probabilités d'introduction par sortie peuvent provoquer un grand nombre d'événements d'introduction d'ENI pendant une courte période. Par exemple, même lorsque le risque qu'une sortie donnée entraîne l'introduction d'une ENI est de 1 sur 10 000, il pourrait y avoir au moins 1 000 événements d'introduction par année puisqu'il y a des millions de sorties dans les écosystèmes d'eau douce au Canada.

Comparativement aux déplacements des bateaux dans l'eau, le déplacement par voie terrestre est beaucoup plus susceptible de déplacer les ENI, y compris entre différents bassins versants. Par exemple, en Ontario, les déplacements par voie terrestre des bateaux de plaisance ont provoqué l'établissement d'espèces non indigènes à des distances de 100 à 200 km du point d'origine. Aux États-Unis, les déplacements par bateau de plaisance ont mené à l'établissement d'espèces non indigènes dans les grands bassins versants à des distances allant jusqu'à 1 500 kilomètres du point d'origine. Il existe plusieurs techniques de modélisation permettant de prévoir précisément la propagation d'espèces non indigènes dans l'ensemble du paysage.

Un sous-ensemble de plaisanciers présente le plus grand potentiel de transporter et d'introduire des espèces non indigènes du fait de leurs comportements lors des déplacements. Ces plaisanciers font de fréquentes sorties dans plusieurs plans d'eau à des dates rapprochées et négligent l'entretien et le nettoyage de leurs bateaux. Comme les délais entre les sorties sont courts et qu'il y a un manque de nettoyage, les ENI n'ont pas le temps de se dessécher entre leur plan d'eau d'origine et le plan d'eau d'accueil, ce qui entraîne la libération potentielle d'un plus grand nombre de propagules viables au nouvel emplacement.

Les groupes d'espèces habituellement transportées par voie terrestre sur les bateaux sont habituellement le plancton, les mollusques et les plantes aquatiques. Le taux de survie aux déplacements sur terre dépend de l'espèce et du comportement du plaisancier. Les déplacements par voie terrestre des bateaux de plaisance ont entraîné la propagation de plusieurs ENI à fort impact dans les écosystèmes d'eau douce intérieurs du Canada, dont le cladocère épineux, le cladocère pêcheur, ainsi que les moules zébrées et quagga (principalement transportées sous forme de véligères, le stade planctonique). Il s'agit également du vecteur de propagation soupçonné pour le myriophylle en épi et la crevette rouge sang.

Autres considérations

Même si les renseignements présentés dans le présent examen sont un résumé de publications provenant de toute l'Amérique du Nord, l'objectif principal de cette partie de l'évaluation des risques est d'examiner les aspects scientifiques des voies d'entrée liées à la navigation de plaisance dans les eaux intérieures du Canada et ce qu'ils signifient en matière de gestion.

Cet examen ne porte pas sur les risques de propagation par la navigation de plaisance d'espèces indigènes entre différentes régions du Canada, mais il est probable que toute espèce appartenant à l'une des trois catégories fonctionnelles puisse être transportée vers de nouvelles régions du Canada par les déplacements terrestres des bateaux de plaisance.

Lacunes dans les connaissances au sujet des risques que pose la navigation de plaisance comme vecteur de propagation des ENI au Canada

Un certain nombre de lacunes dans les connaissances existent en ce qui concerne le vecteur de la navigation de plaisance. Une des principales lacunes porte sur les mouvements transfrontaliers des bateaux de plaisance, qui n'ont pas été examinés dans le cadre de cette évaluation des risques. Il serait également utile de déterminer les points d'accès ou les marinas à risque élevé pour appuyer la surveillance et la mise en application de ce vecteur.

En ce qui concerne les eaux marines canadiennes, il y a peu de données sur ce vecteur dans l'écorégion du plateau du Labrador et dans l'Arctique; ces deux régions n'ont donc pas été incluses dans l'évaluation. Il y a également des lacunes dans les données sur les déplacements terrestres des bateaux de plaisance utilisés en mer, qui n'ont pas été couverts dans cette évaluation des risques. Pour ce qui est des systèmes d'eau douce du Canada, il y a généralement un manque de données sur les déplacements par voie terrestre des bateaux de plaisance hors de la province de l'Ontario, ainsi que sur les déplacements des bateaux de plaisance qui sont vendus et transportés par voie terrestre.

Il faut mieux comprendre les mécanismes de dispersion naturelle des espèces non indigènes. La portion marine de cette évaluation des risques n'a donc pas comparé la propagation des ENI par les bateaux de plaisance aux taux de dispersion naturelle des ENI déjà introduites. Il y a un manque de données sur l'abondance et la répartition actuelle des ENI dans les environnements dulcicoles du Canada. Il y a peu de données empiriques sur les taux de salissures des navires de plaisance dans les systèmes d'eau douce et sur les taux d'infestation par certains groupes fonctionnels dans le milieu marin.

Sources d'incertitude

Des questionnaires à l'intention des plaisanciers ont servi de point de départ pour les portions de cette évaluation des risques sur l'eau douce et sur l'eau salée. La majorité de ces questionnaires étaient à déclaration volontaire, ce qui comporte des incertitudes inhérentes, comme le manque de compréhension des questions ou les réponses volontairement erronées. Ces études ont également été fondées sur l'hypothèse sous-jacente que les plaisanciers qui ont rempli les questionnaires constituaient un échantillon représentatif de l'ensemble de la population des plaisanciers.

L'examen est fondé sur des projections actuelles de l'activité de navigation de plaisance, mais ces prévisions pourraient changer à l'avenir. Il convient également de noter que le caractère vierge des écorégions ou l'existence de niches vides est préoccupant dans certaines zones qui ont été désignées comme présentant un faible risque relatif en matière de navigation de plaisance (p. ex., Terre-Neuve-et-Labrador). Cela a des conséquences pour la gestion et met en lumière les possibilités de gestion préventive.

CONCLUSIONS

L'ampleur des activités de navigation de plaisance a été déterminée dans les milieux marins (estimation de 4,02 millions de sorties par année sur les côtes Est et Ouest) et en eau douce (11,88 millions de sorties dans le BGL et au moins 24,7 millions de sorties par année en dehors du BGL). La probabilité d'introduction d'ENI par sortie nautique est extrêmement faible et les bateaux les plus à risque représentent un petit sous-ensemble de toutes les embarcations de plaisance dans les deux environnements, mais étant donné le nombre élevé de sorties des bateaux de plaisance dans les deux environnements, des introductions d'ENI sont prévisibles. Dans les deux environnements, il y a une fréquence plus élevée de courtes sorties et une fréquence plus basse de longues sorties mais, quelle que soit la distance, les sorties qui franchissent des obstacles naturels (comme des bassins versants ou des écorégions) présentent un risque plus élevé. Les scénarios dans lesquels un très petit nombre de bateaux à haut risque ne font que quelques sorties ou beaucoup de bateaux à risque moyen sont combinés à une circulation élevée des navires de plaisance, font tous les deux augmenter les risques.

Des groupes fonctionnels d'ENI similaires sont une source de préoccupation dans les systèmes marins et d'eau douce au Canada, y compris les biosalissures présentant un potentiel de fixation directe, les espèces planctoniques et les macrophytes qui s'emmêlent. Même si cette évaluation ne portait pas directement sur les effets des espèces non indigènes sur les écosystèmes, on sait que les ENI à fort impact sont transportées par la navigation de plaisance au Canada. Par exemple, les inspecteurs d'embarcation interceptent souvent des moules zébrées fixées sur des navires de plaisance durant des inspections de routine sur les routes de l'Alberta, bien en dehors de leur aire de répartition actuelle. Des tuniciers à fort impact, comme le botrylle étoilé et le botrylloïde violet, ont été observés durant cette étude sur des coques de navires de plaisance en milieu marin. Le potentiel de survie dépend de l'espèce, mais on sait que certaines espèces peuvent survivre à des voyages vers de nouveaux sites et que la propagation des ENI par les navires de plaisance est possible, tant dans les systèmes marins que les systèmes d'eau douce. Il existe une variabilité propre aux espèces en ce qui concerne le potentiel de propagation sur de longues distances dans le milieu marin (p. ex., la dispersion du crabe vert européen suit un processus de 'point de départ' ou '*stepping stone*').

Parmi les facteurs cernés qui influent sur l'état d'infestation d'un bateau, on note l'entretien du bateau, son historique de voyage et le type du bateau. Il y a également une forte variation dans les comportements relatifs aux déplacements et au nettoyage des bateaux. Le risque est limité à un sous-ensemble de plaisanciers en raison de l'hétérogénéité des déplacements et des comportements, mais les activités de navigation rares et à haut risque sont très importantes (comme les déplacements sur de longues distances sans travaux de nettoyage ou avec un nettoyage inefficace). Ce sont les bateaux des régions où la charge d'ENI est élevée qui voyagent beaucoup et qui sont mal entretenus ou qui passent de longues périodes dans l'eau, qui présentent le plus grand risque. Les bateaux à usage quotidien sont généralement moins à risque que ceux qui passent plus de temps dans l'eau et, par conséquent, les différences dans les niveaux de risque sont fortement influencés par la saisonnalité des activités de navigation.

Il existe des possibilités de gestion qui peuvent être orientées par les caractéristiques des bateaux à risque. Par exemple, on pourrait déterminer les types de bateaux à plus haut risque pour les soumettre à un nettoyage proactif ou pour les contrôler afin de limiter les sorties pouvant entraîner une infestation. Par exemple, un examen des pratiques anti-biosalissures dans les environnements marins de la Nouvelle-Zélande et de l'Australie, où des efforts sont déjà en cours pour gérer ce vecteur, révèle que les options potentielles de gestion pourraient

inclure l'application d'un revêtement efficace anti-salissures, des inspections des bateaux, la promotion de comportements efficaces en matière de nettoyage et la tenue de journaux de bord par les plaisanciers. Les activités de gestion visant à réduire la pression de propagules peuvent cibler les types de bateaux déterminés comme étant à risque élevé ainsi que les points d'accès ou les marinas à risque élevé.

Recommandations

Les participants à la réunion étaient d'accord pour dire que les évaluateurs des milieux marins et d'eau douce doivent s'efforcer d'atteindre l'objectif initial consistant à mettre au point un protocole unifié d'évaluation du risque que présente la navigation de plaisance. Ce protocole comprendrait des paramètres semblables, ce qui permettrait d'établir des comparaisons directes entre les écosystèmes marins et d'eau douce et de traiter en priorité les écorégions à haut risque au Canada. Les méthodes appliquées dans la portion de cette évaluation des risques portant sur le BGL, y compris les comparaisons avec les taux de propagation naturelle des ENI, pourraient également être appliquées aux systèmes marins à l'avenir si des renseignements sur la propagation naturelle dans cet environnement deviennent disponibles. Les méthodes utilisées dans la partie marine de l'évaluation des risques pourraient également s'appliquer au BGL, mais des données supplémentaires sur le BGL seraient requises. Une méthodologie normalisée d'acquisition des données et des techniques de relevé sont recommandées pour favoriser l'application d'un protocole d'évaluation des risques unique pour la navigation de plaisance dans les eaux canadiennes. Voir également les lacunes dans les connaissances mentionnées précédemment.

Un système national d'enregistrement et de suivi des bateaux de plaisance ou des remorques pour bateau est recommandé, puisqu'il permettrait de mieux orienter les futurs travaux d'évaluation des risques associés à la navigation de plaisance, tout en réduisant l'incertitude concernant les voies d'entrée. Une collaboration accrue avec les provinces et territoires sur les enjeux relatifs aux espèces envahissantes propagées par les bateaux de plaisance est recommandée, comme la collaboration avec les services frontaliers pour la collecte de renseignements sur les déplacements transfrontaliers des bateaux de plaisance et pour le suivi de ces bateaux.

Étant donné le risque que présente la navigation de plaisance dans les eaux marines canadiennes sur les côtes Est et Ouest, la gestion des bateaux de plaisance comme vecteur pour les espèces marines non indigènes devrait être fortement envisagée au Canada. Des mesures semblables devraient être envisagées pour gérer les déplacements par voie terrestre des bateaux de plaisance entre les écosystèmes d'eau douce. Les mesures de gestion peuvent également être justifiées pour les déplacements dans l'eau à l'intérieur du BGL dans certains cas, comme les voies de dispersion en amont.

Enfin, il serait important à l'avenir de comparer les risques associés au vecteur de la navigation de plaisance avec les autres vecteurs d'introduction et de propagation des ENI, comme la navigation commerciale.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 8 au 11 décembre 2015 sur l'Évaluation nationale des risques associés à la navigation de plaisance comme vecteur de propagation des espèces aquatiques envahissantes. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

Abell, R., Thieme, M.L., Revenga, C., Bryer, M., Kottelat, M., Bogutskaya, N., Coad, B., Mandrak, N., Balderas, S.C., Bussing, W., Stiassny, Melanie L.J., Skelton, P., Allen, G.R., Unmack, P., Naseka, A., Ng, R., Sindorf, N., Robertson, J., Armijo, E., Higgins, J.V., Hebeil, T.J., Wikrmanayake, E., Olson, E., Lopez, H.L., Reis, R.E., Lundberg, J.G., Pérez, M.H.S., Petry, P. 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. BioScience 58(5): 403-414.

Drake, D.A.R. 2017. Overland Spread of Aquatic Invasive Species among Freshwater Ecosystems due to Recreational Boating in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/031. v + 37 p.

Drake, D.A.R., Bailey, S.A., Mandrak, M.E. 2015. Predicting the secondary spread of aquatic invasive species through ballast water and recreational boating in the Great Lakes Basin. Completion Report submitted to the Great Lakes Fishery Commission. Sept 2015. 45 pp.

Drake, D.A.R., Bailey, S.A., and Mandrak, N.E. 2017. Ecological Risk Assessment of Recreational Boating as a Pathway for the Secondary Spread of Aquatic Invasive Species in the Great Lakes Basin. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/030. v + 84 p.

Floerl, O., Inglis, G.J. 2005. Starting the invasion pathway: the interaction between source populations and human transport vectors. Biol. Invasions 7: 589-606.

Harper, J.R., Christian, J., Cross, W.E., Firth R., Searing G., Thompson, D. 1993. A Classification of the marine regions of Canada – Final Report. Coastal and Oceans Resources Inc, 77 p.

Lockwood, J.L., Cassey, P., Blackburn, T. 2005. The role of propagule pressure in explaining species invasions. Trends Ecol. Evol. 20: 223-228.

Lockwood, J.L., Cassey, P., Blackburn, T. 2009. The more you introduce the more you get: the role of colonization pressure and propagule pressure in invasion ecology. Divers. Distrib. 15: 904-910.

Mandrak, N.E., Cudmore, B., Chapman, P.M. 2012. Directives nationales sur les évaluations du risque de niveau détaillé : évaluation du risque biologique associé aux espèces aquatiques envahissantes. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2011/092. iii + 19 p.

Sans auteur. 1996. Generic non-indigenous aquatic organisms risk analysis review process. Report to the Risk Assessment and Management Committee of the U. S. Aquatic Nuisance Species Task Force. 21 p.

Simard, N., Pelletier-Rousseau, M., Clarke Murray, C., McKindsey, C.W., Therriault, T.W., Lacoursière-Roussel, A., Bernier, R., Sephton, D., Drolet, D., Locke, A., Martin, J.L., Drake D.A.R., and McKenzie, C.H. 2017. National Risk Assessment of Recreational Boating as a Vector for Marine Non-indigenous Species. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/006. vi + 95 p.

Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdeña, Z.A., Finlayson, M., Halpern, B.S., Jorge, M.A., Lombana, A., Lourie, S.A., Martin, K.D., MacManus, E., Molnar, J., Recchia, C.A., Robertson, J. 2007. Marine Ecoregions of the World: A bioregionalization of coastal and shelf areas. BioScience 57 (7): 573-583.

Therriault, T.W., Herborg, L.M. 2007. Risk assessment for two solitary and three colonial tunicates in both Atlantic and Pacific Canadian waters. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/063: 64 p.

ANNEXE — GLOSSAIRE

Analyses de sensibilité : Analyse visant à démontrer à quel point les résultats sont vulnérables à une modification des données ou des hypothèses (Mandrak *et al.* 2012).

Bateau de passage : bateau qui visite une marina qui n'est pas sa marina d'origine (pour une nuit).

Espèce non indigène (ENI) : Espèce de végétal, d'animal ou de microorganisme qui se retrouve hors de son aire de répartition naturelle présente ou passée à la suite d'actions humaines (Anonyme 1996 dans Mandrak *et al.* 2012).

Évaluation des risques : Processus qui consiste à déterminer la valeur du risque, que ce soit de façon quantitative ou qualitative. Pour les espèces non indigènes, il s'agit de déterminer la probabilité d'introduction et d'estimer l'ampleur des conséquences biologiques (Mandrak *et al.* 2012).

Impact : Effet néfaste d'une importance telle qu'il touche non seulement les organismes individuels, mais aussi la santé de toute une population d'organismes (Mandrak *et al.* 2012).

Incertitude : On distingue trois types d'incertitude : la stochasticité, qui fait référence au caractère aléatoire inhérent du système à l'étude et peut être décrite et estimée, mais qui ne peut pas être réduite; les connaissances imparfaites et l'erreur humaine (Skider *et al.* 2006 dans Mandrak *et al.* 2012).

Introduction primaire : Introduction et établissement des ENI entre les écorégions par l'intermédiaire de bateaux.

Pression de colonisation : Nombre total d'espèces introduites ou rejetées à un endroit (Lockwood *et al.* 2009).

Pression de propagules : Mesure composite du nombre d'individus rejetés dans une région dans laquelle l'espèce n'est pas indigène. Elle comprend le nombre de propagules — le nombre d'événements d'introduction distincts et la taille des propagules — nombre d'individus rejetés lors d'un événement d'introduction (Lockwood *et al.* 2005, 2009).

Processus de point de départ : Processus par lequel une espèce non indigène se propage à partir de sa zone endémique à d'autres zones (marinas), qui deviennent alors l'origine de la nouvelle propagation par un vecteur (Floerl et Inglis 2005).

Propagation secondaire : Introduction et propagation des ENI par les bateaux dans les écorégions ou dans le bassin des Grands Lacs.

Vector : Moyen physique par lequel une espèce est transportée d'une région à une autre; se rapporte habituellement au transport par des êtres humains (Mandrak *et al.* 2012).

Voie d'entrée : Une ou plusieurs routes par lesquelles une espèce envahissante passe d'un écosystème à un autre (Mandrak *et al.* 2012).

LE PRÉSENT RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent,
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0293
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2017

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2017. Évaluation nationale des risques associés à la navigation de plaisance comme vecteur de propagation des espèces aquatiques envahissantes. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2017/025.

Also available in English:

DFO. 2017. National Risk Assessment of Recreational Boating as a Vector for Aquatic Invasive Species. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2017/025.